

 Sesi Rotasi dan Pengamatan Karya Teman

1. Sajikan hasil karya yang sudah kamu buat.
2. Bagilah tugas anggota kelompokmu (2 orang penjaga stand dan 3 orang pengunjung stand).
3. Lakukan sesi "Walk around" untuk mengamati karya kelompok lain.
4. Isi tabel berikut saat mengunjungi setiap kelompok:


Bio-
Walk

Kelompok	Hal yang Menarik	Komentar	Pertanyaan

5. Diskusikan bersama kelompokmu, karya mana yang paling informatif dan menginspirasi, beserta alasannya.

Jawablah pertanyaan berikut secara individu dan jujur!

- 1 Apa hal paling menarik yang kamu pelajari dari kegiatan perancangan dan pelaksanaan percobaan ini?

- 2 Apakah hasil percobaan kalian sesuai dengan prediksi awal? Mengapa bisa demikian?

- 3 Apa kendala yang kalian hadapi saat melaksanakan percobaan, dan bagaimana cara mengatasinya?

- 4 Jika kamu diberi kesempatan untuk memperbaiki percobaan ini, apa yang akan kamu ubah?

- 5 Jika kamu diberi kesempatan untuk memperbaiki percobaan ini, apa yang akan kamu ubah?

See you soon!

Daftar Pustaka

- Dewata, I., & Danhas, Y. H. (2023). *Pencemaran lingkungan*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Karim, H. A. (2021). *Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan: Pendekatan manajemen partisipatif*. Arti Bumi Intaran.
- Maretha, D. E., Warobi, A. I. F. O., & Asnilawati, M. K. (2020). *Pencemaran lingkungan*.
- Pranyoto, S. P., & AP, M. (2024). *Blue horizons: Menavigasi kebijakan publik untuk melindungi dan memulihkan ekosistem perairan*. Indonesia Emas Group.
- Uki, N. M., & Bire, M. O. H. (2022). *Bahan ajar pencemaran lingkungan berbasis problem based learning (PBL)*. Deepublish.



E-LKPD

(Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik)

**Berbasis *Problem Based Learning*
(PBL) dan *Gallery Walk***
Melatih Keterampilan Berpikir Kritis
Perubahan Lingkungan
Topik: Pencemaran Udara

FASE E

Nama Anggota :

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

X

SMA / MA

Penyusun : Erviana Novitasari
Pembimbing : Prof. Dr. Tarzan Purnomo, M. Si.

FITUR-FITUR E-LKPD

Bio- News

Fitur ini berisi artikel tentang pencemaran udara yang berfungsi sebagai stimulus awal. Melatih keterampilan **interpretasi** dengan mengidentifikasi masalah utama. Termasuk tahap **orientasi masalah (PBL)** dan **pengantar Gallery Walk**.

Bio- Talk

Fitur ini berisi diskusi kelompok untuk mengkaji penyebab, dampak, dan solusi pencemaran. Melatih **analisis**, dan mendukung tahap **organisasi belajar (PBL)** serta **pembentukan kelompok (Gallery Walk)**.

Bio- Experiment

Fitur ini berisi peserta didik menyelidiki langkah nyata penanganan pencemaran dari berbagai pihak. Melatih **eksplanasi** dan termasuk tahap **penyelidikan (PBL)** serta awal **penyusunan karya (Gallery Walk)**.

Bio- Campaign

Fitur ini digunakan untuk membuat media kampanye solusi pencemaran. Melatih **inferensi**, mendukung tahap **penyajian hasil (PBL)** dan **display karya (Gallery Walk)**.

Bio- Walk

Fitur ini berisi peserta didik mengamati dan mengevaluasi karya kelompok lain secara bergiliran. Melatih **evaluasi**, mendukung tahap **analisis hasil (PBL)** dan **walk around (Gallery Walk)**.

Bio- Reflect

Fitur refleksi kelompok terhadap ide dan solusi dari karya lain. Melatih **refleksi diri**, menjadi penutup dari proses **evaluasi (PBL)** dan **refleksi (Gallery Walk)**.



Petunjuk Penggunaan



1. Sebelum menggunakan E-LKPD, pastikan handphone atau laptop yang kalian gunakan sudah terhubung dengan jaringan internet.
2. Setelah memastikan perangkat terhubung ke jaringan internet, buka E-LKPD kalian melalui link yang telah di bagikan.
3. Apabila mengalami kendala dalam proses pengoperasian E-LKPD, kalian dapat bertanya kepada guru.
4. Setelah membuka E-LKPD diharapkan membaca serta memahami petunjuk penggunaan terlebih dahulu.
5. Setelah memahami petunjuk penggunaan, kalian dapat mengerjakan setiap kegiatan pembelajaran dengan baik serta sistematis sesuai dengan tahapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dan *Gallery Walk* yang tersedia di dalam E-LKPD.
6. Tahapan pada model *Problem Based Learning* (PBL) ditandai dengan warna
7. Tahapan pada metode *Gallery Walk* ditandai dengan warna
8. Sub keterampilan berpikir kritis ditandai dengan warna



Petunjuk Pengerjaan E-LKPD



1. Awali kegiatan pembelajaran dengan berdoa menurut kepercayaan masing-masing.
2. Duduklah sesuai dengan kelompok yang telah dibagi oleh guru (terdiri dari 5 orang) agar memudahkan kalian dalam proses diskusi.
3. Sebelum memulai kegiatan, baca dan pahami petunjuk penggunaan E-LKPD dengan cermat.
4. Tulislah nama kelompok, nama anggota kelompok disertai nomor absen di halaman cover pada kolom yang telah disediakan.
5. Diskusikan tiap permasalahan yang tertera dalam E-LKPD dengan kelompok masing-masing.
6. Tulislah jawaban kalian pada kolom yang telah disediakan.
7. Jika menemui kendala dalam penggunaan E-LKPD atau pertanyaan yang kurang jelas kalian dapat bertanya kepada guru
8. Klik finish apabila telah menyelesaikan tugas pada E-LKPD.

Sintaks *Problem Based Learning* (PBL):

1. Orientasi siswa pada masalah
2. Mengorganisasi siswa untuk belajar
3. Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok
4. Mengembangkan dan menyajikan hasil
5. Menganalisis dan mengevaluasi proses dan hasil pemecahan masalah

Langkah-langkah *Gallery Walk*:

1. Pemberian topik/permasalahan
2. Pembentukan kelompok
3. Penyusunan karya
4. Display karya
5. Walk around
6. Evaluasi dan refleksi

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik dapat menerapkan prinsip klasifikasi dan strategi keanekaragaman hayati; mendeskripsikan peranan virus, bakteri, dan pelestarian jamur dalam kehidupan; menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dan pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem; menggunakan sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; menganalisis gerak dua dimensi; menganalisis pemanfaatan energi alternatif untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi; menganalisis partikel penyusun materi dan menerapkan konsep stoikiometri dalam berbagai aspek kuantitatif reaksi kimia; dan **menerapkan konsep IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.**

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menganalisis permasalahan pencemaran air pada kawasan industri berdasarkan artikel ilmiah yang disediakan dengan tepat.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi faktor penyebab dan dampak pencemaran air terhadap makhluk hidup.
3. Peserta didik dapat merancang percobaan sederhana untuk membuktikan pengaruh pencemaran air terhadap makhluk hidup dengan memanfaatkan alat dan bahan di lingkungan sekitar.
4. Peserta didik dapat menganalisis kegiatan percobaan yang telah dirancang secara sistematis untuk memperoleh data yang valid.
5. Peserta didik dapat menyajikan hasil percobaan dalam bentuk media kampanye edukatif (poster) yang berisi solusi penanggulangan pencemaran air secara komunikatif.
6. Peserta didik dapat merefleksikan proses serta hasil percobaan untuk meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab terhadap pelestarian lingkungan sekitar.

Indikator Berpikir Kritis:

1. Interpretasi
2. Analisis
3. Eksplanasi
4. Inferensi
5. Evaluasi
6. Refleksi diri

Dimensi Profil Lulusan:

1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia
2. Bernalar kritis
3. Kreatif
4. Gotong-royong
5. Mandiri

Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E, peserta didik dapat menerapkan prinsip klasifikasi dan strategi keanekaragaman hayati; mendeskripsikan peranan virus, bakteri, dan pelestarian jamur dalam kehidupan; menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dan pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem; menggunakan sistem pengukuran dalam kerja ilmiah; menganalisis gerak dua dimensi; menganalisis pemanfaatan energi alternatif untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi; menganalisis partikel penyusun materi dan menerapkan konsep stoikiometri dalam berbagai aspek kuantitatif reaksi kimia; dan **menerapkan konsep IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.**

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik dapat menganalisis permasalahan pencemaran udara pada kawasan industri berdasarkan artikel ilmiah yang disediakan dengan tepat.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi faktor penyebab dan dampak pencemaran udara terhadap keseimbangan ekosistem melalui kegiatan diskusi kelompok secara kritis.
3. Peserta didik dapat merancang percobaan sederhana untuk membuktikan pengaruh pencemaran udara terhadap makhluk hidup dengan memanfaatkan alat dan bahan di lingkungan sekitar secara kreatif.
4. Peserta didik dapat melaksanakan dan menganalisis kegiatan percobaan yang telah dirancang secara sistematis untuk memperoleh data yang valid.
5. Peserta didik dapat menyusun dan menyajikan hasil percobaan dalam bentuk media kampanye edukatif (poster/infografis digital) yang berisi solusi penanggulangan pencemaran udara secara komunikatif.
6. Peserta didik dapat mengevaluasi dan merefleksikan proses serta hasil percobaan untuk meningkatkan kesadaran dan tanggung jawab terhadap pelestarian lingkungan sekitar.

Indikator Berpikir Kritis:

1. Interpretasi
2. Analisis
3. Eksplanasi
4. Inferensi
5. Evaluasi
6. Refleksi diri

Dimensi Profil Lulusan:

1. Beriman, bertakwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia
2. Bernalar kritis
3. Kreatif
4. Gotong-royong
5. Mandiri
6. Berkebhinekaan global

Ringkasan Materi

Pencemaran lingkungan adalah masuknya zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan yang menyebabkan turunnya kualitas lingkungan dan membahayakan makhluk hidup (Dewata dan Danhas, 2023). Zat pencemar (polutan) ini bisa berupa bahan kimia, mikroorganisme berbahaya, hingga energi panas dan suara (Maretha *et al.*, 2020). Kehadiran polutan dalam jumlah berlebihan mengganggu keseimbangan ekosistem, mengancam kesehatan manusia dan hewan, serta merusak lingkungan (Pranyoto, 2024).

Terdapat beberapa jenis pencemaran, yaitu:

- Pencemaran udara, yang disebabkan oleh asap kendaraan, gas buang industri, dan partikel debu;
- Pencemaran air, akibat limbah pabrik, pertanian, atau rumah tangga yang mencemari sungai dan laut;
- Pencemaran tanah, karena penggunaan pestisida berlebihan dan pembuangan sampah sembarangan;
- Pencemaran suara, dari kebisingan mesin, kendaraan, dan aktivitas manusia (Maretha *et al.*, 2020).

Penyebab pencemaran dapat berasal dari faktor alam, seperti letusan gunung berapi dan kebakaran hutan, maupun dari aktivitas manusia, termasuk kegiatan industri, transportasi, rumah tangga, pertambangan, dan pertanian (Uki dan Bire, 2022). Dampaknya sangat luas, mulai dari masalah kesehatan (ISPA, kanker, keracunan), kerusakan pada hewan dan tumbuhan, hingga degradasi lingkungan yang sulit dipulihkan.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan berbagai upaya, antara lain: pengelolaan limbah yang baik, penerapan teknologi ramah lingkungan, edukasi masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan, penegakan hukum yang tegas terhadap pelanggar, serta inovasi berbasis riset. Kesadaran dan peran aktif setiap individu sangat dibutuhkan agar pencemaran lingkungan dapat ditekan dan keberlanjutan kehidupan di bumi tetap terjaga (Karim, 2021).

Dalam E-LKPD ini, kalian akan mengaitkan konsep pencemaran lingkungan dengan studi kasus lokal di Kota Gresik, salah satu kawasan industri terbesar di Jawa Timur. Berdasarkan berita dan data yang disediakan, kalian akan menelaah permasalahan pencemaran udara akibat aktivitas industri di wilayah tersebut—seperti asap berwarna dari pabrik, gas buang, dan debu partikel—yang telah menimbulkan keresahan warga dan dampak kesehatan serius.

**Mari lebih mengenal
lebih jauh tentang
Pencemaran Udara!**



Kegiatan Pembelajaran I

BIO-
NEWS

Orientasi pada masalah

Pemberian permasalahan

Interpretasi

Telaah artikel berikut ini dengan cermat!

Pencemaran Lingkungan Pada Kawasan Ramai Industri Kota Gresik



Gambar 1. Kondisi udara di Gresik
Sumber: <https://www.kompasiana.com>

Gresik, salah satu kota industri terkemuka di Jawa Timur, menyajikan gambaran dua sisi yaitu kemajuan ekonomi sekaligus ancaman lingkungan. Dalam beberapa bulan terakhir, media melaporkan munculnya asap berwarna kuning dari cerobong pabrik di Kecamatan Driyorejo yang diduga berasal dari industri tembaga sulfat yang menimbulkan keresahan warga dan tindakan penghentian kegiatan produksi oleh DLH Gresik. Kompasiana juga menyebutkan bahwa emisi gas seperti SO_2 dan NO_x serta partikel debu dari pabrik semen dan petrokimia telah meninggalkan jejak pencemaran udara yang parah dan berdampak pada gangguan pernapasan masyarakat sekitar. Selain pencemaran udara, limbah cair dan padat dari aktivitas industri juga berpotensi mencemari tanah dan sumber air, mengganggu keseimbangan ekosistem, dan menurunkan kualitas hidup penduduk di wilayah sekitar kawasan industri.

Fenomena ini menimbulkan pertanyaan ilmiah yang penting:

Bagaimana sebenarnya asap hasil pembakaran atau aktivitas industri memengaruhi kehidupan makhluk hidup di sekitarnya?

Apakah pengaruhnya dapat kita amati melalui percobaan sederhana di lingkungan sekolah?

SCAN ME



<https://www.kompasiana.com/lungitshw3429/67604212ed6415225814f703/pencemaran-lingkungan-pada-kawasan-ramai-industri-kota-gresik>

Mari berdiskusi!

1 Identifikasilah permasalahan yang muncul pada artikel diatas!

2 Tuliskan faktor-faktor penyebab pencemaran udara berdasarkan artikel!

3 Jelaskan dampak pencemaran udara terhadap makhluk hidup !

Mengorganisasi siswa

Pembentukan kelompok

Analisis

Bio-
Talk

1. Bergabunglah dengan kelompok yang telah ditentukan oleh guru.
2. Rancanglah ide percobaan sederhana yang dapat membuktikan dampak pencemaran udara terhadap makhluk hidup menggunakan alat dan bahan yang ada di sekitar kalian.
3. Tulis hasil diskusi kelompokmu dalam tabel berikut!



Pilihlah salah satu makhluk hidup di bawah ini yang akan kalian gunakan dalam percobaan.

- ☐ Belalang
☐ Jangkrik



Buatlah judul percobaan yang kalian lakukan!



Buatlah rumusan masalah dari percobaan yang kalian lakukan!



Buatlah hipotesis yang muncul dari percobaan yang kalian lakukan!

H0 :

H1 :



Buatlah variabel penelitian dari percobaan yang kalian lakukan!

Variabel bebas :

Variabel terikat :

Variabel manipulasi :

Membimbing penyelidikan

Penyusunan karya

Eksplanasi

BIO

EXPERIMENT

Setelah merumuskan masalah, menyusun hipotesis, dan menentukan variabel, lakukan percobaan berikut untuk membuktikan kebenaran hipotesis yang telah dibuat.

Pengaruh Pencemaran Udara terhadap Hewan

Alat :

- | | |
|------------------|--------------|
| 1. Gelas plastik | (3 buah) |
| 2. Kasa | (3 buah) |
| 3. Karet gelang | (3 buah) |
| 4. Label | (1 buah) |
| 5. Korek Api | (secukupnya) |
| 6. Stopwatch/jam | (1 buah) |
| | (1 buah) |

Bahan :

- | | |
|----------------------|------------|
| 1. Belalang/jangkrik | (9 ekor) |
| 2. Dupa | (3 batang) |

Langkah kerja :

1. Siapkan 3 gelas plastik dan beri label A (Kontrol), B (1 Dupa), dan C (2 Dupa).
2. Masukkan 3 ekor belalang atau jangkrik ke masing-masing gelas.
3. Tutup bagian atas gelas dengan kasa dan ikat menggunakan karet gelang agar tidak lepas, namun tetap memungkinkan udara masuk.
4. Letakkan ketiga gelas di ruang yang sama agar kondisi cahaya dan suhu seragam.
5. Nyalakan dupa:
 - Wadah A tidak diberi dupa.
 - Wadah B diberi 1 batang dupa.
 - Wadah C diberi 2 batang dupa.
6. Mulai stopwatch saat dupa dinyalakan dan amati selama 15 menit.
7. Catat setiap 5 menit perubahan aktivitas hewan meliputi: Gerakan tubuh (aktif / melambat / diam), Respons terhadap rangsang (melompat / tidak), Kondisi umum (normal / lemas / mati)
9. Bandingkan hasil ketiga perlakuan dan buat kesimpulan tentang pengaruh asap terhadap perilaku dan kondisi hewan.

Apakah yang terjadi?

1. Laksanakan percobaan yang telah kalian rancang secara mandiri dengan bimbingan guru.
2. Amati praktikum yang kalian lakukan.
3. Catat hasil pengamatan dalam tabel berikut.

Waktu (menit)	A (Kontrol)	B (1 Dupa)	C (2 Dupa)
0 (awal)			
5			
10			
15			

4. Buatlah kesimpulan hasil percobaan yang kalian lakukan!

Mengembangkan dan menyajikan karya Display Karya Eksplanasi & Inferensi

Tuangkan hasil penelitian kalian menjadi kampanye edukatif (poster digital atau infografis) yang menjelaskan dampak pencemaran udara terhadap kehidupan makhluk hidup dan upaya pencegahan yang bisa dilakukan masyarakat. Karya akan dipresentasikan dalam kegiatan Gallery Walk.

BIO-
CAMPAIGN

Jawablah pertanyaan berikut secara individu dan jujur!

- 1 Apa hal paling menarik yang kamu pelajari dari kegiatan perancangan dan pelaksanaan percobaan ini?

- 2 Apakah hasil percobaan kalian sesuai dengan prediksi awal? Mengapa bisa demikian?

- 3 Apa kendala yang kalian hadapi saat melaksanakan percobaan, dan bagaimana cara mengatasinya?

- 4 Jika kamu diberi kesempatan untuk memperbaiki percobaan ini, apa yang akan kamu ubah?

- 5 Jika kamu diberi kesempatan untuk memperbaiki percobaan ini, apa yang akan kamu ubah?

See you soon!

Daftar Pustaka

- Dewata, I., & Danhas, Y. H. (2023). *Pencemaran lingkungan*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Karim, H. A. (2021). *Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan: Pendekatan manajemen partisipatif*. Arti Bumi Intaran.
- Maretha, D. E., Warobi, A. I. F. O., & Asnilawati, M. K. (2020). *Pencemaran lingkungan*.
- Pranyoto, S. P., & AP, M. (2024). *Blue horizons: Menavigasi kebijakan publik untuk melindungi dan memulihkan ekosistem perairan*. Indonesia Emas Group.
- Uki, N. M., & Bire, M. O. H. (2022). *Bahan ajar pencemaran lingkungan berbasis problem based learning (PBL)*. Deepublish.